

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-202600
(P2003-202600A)

(43) 公開日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 F 1/167

識別記号

F I
G 0 2 F 1/167

キーワード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-303234(P2002-303234)
(22) 出願日 平成14年10月17日 (2002. 10. 17)
(31) 優先権主張番号 特願2001-335048(P2001-335048)
(32) 優先日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005278
株式会社ブリヂストン
東京都中央区京橋1丁目10番1号
(72) 発明者 増田 善友
東京都羽村市神明台3-5-28
(72) 発明者 高木 光治
神奈川県川崎市中原区宮内3-21-33-304
(72) 発明者 村田 和也
東京都小平市小川東町3-5-5
(74) 代理人 100072051
弁理士 杉村 興作 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 基板間に粒子を封入し、この基板間に電界を発生させて粒子を移動させ画像を表示する画像表示方法において、安価な、かつ、安定性に優れる画像表示方法および装置を提供する。

【解決手段】 対向する基板間に位置する隔壁に、基板上にフォトレジストフィルムを貼り付け、露光エッチングにより、隔壁と隔壁の間になる部分にフォトレジストフィルムを残し、隔壁材料を注入し硬化させることにより所定の隔壁形状に形成されたものを用いる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板間に粒子を封入し、この基板間に電界を発生させて前記粒子を移動させることにより画像を表示する画像表示方法において、前記基板間に隔壁が形成されており、前記隔壁が基板上にフォトリソグラフィフィルムを貼り付け、露光エッチングにより、隔壁と隔壁の間になる部分にフォトリソグラフィフィルムを残し、隔壁材料注入により形成されたものであることを特徴とする画像表示方法。

【請求項2】 対向する基板間に位置する隔壁が、片リブ構造である請求項1に記載の画像表示方法。

【請求項3】 隔壁材料が無機粉体を含み、かつ、無機粉体の下記式で表される粒子径分布Spanが8以下である請求項1または請求項2に記載の画像表示方法。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(但し、 $d(0.5)$ は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が10%である粒径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が90%である粒径を μm で表した数値を示す。)

【請求項4】 無機粉体の平均粒子径 $d(0.5)$ が0.1～20 μm である請求項3に記載の画像表示方法。

【請求項5】 対向する基板間の空隙が、25℃における相対湿度が60%RH以下の気体で満たされている請求項1～4のいずれかに記載の画像表示方法。

【請求項6】 少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板間に粒子を封入し、この基板間に電界を発生させて前記画像を表示する画像表示装置において、前記基板間に隔壁が形成されており、前記隔壁が基板上にフォトリソグラフィフィルムを貼り付け、露光エッチングにより、隔壁と隔壁の間になる部分にフォトリソグラフィフィルムを残し、隔壁材料注入により形成されたものであることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電気を利用した粒子の移動によって画像を繰り返し表示、消去できる画像表示方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶(LCD)に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式などの技術を用いた画像表示装置(ディスプレイ)が提案されている。これらの画像表示装置は、LCDに比べて、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリー機能を有している等のメリットから、次世代の安価な表示装置として考えられ、携帯端末用表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。

【0003】最近、分散粒子と着色溶液からなる分散液

をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置する電気泳動方式が提案されている。(例えば、非特許文献1参照)。しかしながら、電気泳動方式では、低比重の溶液中に酸化チタンなどの高比重の粒子を分散させているために、沈降しやすく、分散状態の安定性維持が難しく、また、色をつけるために溶液に染料等を添加しているために長期保存性に難があり、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにし、見かけ上、このような欠点が現れにくくしているだけで、本質的な問題は何ら解決されていない。

【0004】以上のような溶液中での挙動を利用した電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層を基板の一部に組み入れた方式も提案されている。しかし、このような乾式表示装置では、基板の一部に電荷輸送層、更には電荷発生層を配置するために構造が複雑になると共に、導電性粒子から電荷を一定に逃がすことが難しく、安定性に欠ける。

【0005】

【非特許文献1】趙 国来、外3名、“新しいトナーディスプレイデバイス(1)”, 1999年7月21日、日本画像学会年次大会(通算83回)“Japan Hardcopy'99”, p. 249-252

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記実情に鑑みて鋭意検討された新しいタイプの乾式画像表示方法に関するものであり、対向する基板と隔壁と粒子からなる画像表示方法において、安価な、かつ、安定性に優れた画像表示方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、対向する基板間に位置する隔壁にアディティブ法を用いて形成されたものを用い、隔壁の形状や材料および隔壁間の空隙部の状態を最適化することにより、安価な、かつ、安定性に優れた画像表示方法および装置が得られることを見出し、本発明に至った。

【0008】すなわち本発明は、以下の画像表示装置を提供するものである。

1. 少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板間に粒子を封入し、この基板間に電界を発生させて前記粒子を移動させることにより画像を表示する画像表示方法において、前記基板間に隔壁が形成されており、前記隔壁が基板上にフォトリソグラフィフィルムを貼り付け、露光エッチングにより、隔壁と隔壁の間になる部分にフォトリソグラフィフィルムを残し、隔壁材料注入により形成されたものであることを特徴とする画像表示方法。

2. 対向する基板間に位置する隔壁が、片リブ構造である上記1の画像表示方法。

3. 隔壁材料が無機粉体を含み、かつ、無機粉体の下記式で表される粒子径分布Spanが8以下である上記1または2の画像表示方法。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(但し、 $d(0.5)$ は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が10%である粒径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が90%である粒径を μm で表した数値を示す。)

4. 無機粉体の平均粒子径 $d(0.5)$ が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ である上記3の画像表示方法。

5. 対向する基板間の空隙が、 25°C における相対湿度が60%RH以下の気体で満たされている上記1～4のいずれかの画像表示方法。

6. 少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板間に粒子を封入し、この基板間に電界を発生させて前記粒子を移動させることにより画像を表示する画像表示装置において、前記基板間に隔壁が形成されており、前記隔壁が基板上にフォトリソグラフィフィルムを貼り付け、露光エッチングにより、隔壁と隔壁の間になる部分にフォトリソグラフィフィルムを残し、隔壁材料注入により形成されたものであることを特徴とする画像表示装置。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の画像表示方法では、対向する基板間に粒子を封入した表示装置に何らかの手段で基板表面に電荷が付与される。正に帯電した基板部位に向かっては負に帯電した粒子がクーロン力により引き寄せられ、また、負に帯電した基板部位に向かっては正に帯電した粒子がクーロン力により引き寄せられ、それら粒子が対向する基板間を往復移動することにより、画像表示がなされる。従って、基板間に封入する粒子は、均一に移動し、かつ、繰り返し時あるいは保存時の安定性を維持できるように、表示装置を設計する必要がある。

【0010】しかしながら、これまでの表示方法では、粒子の移動の原動力を重んじて、粒子の特性、或いはその粒子の特性でカバーできない特性を駆動電圧などの駆動方法で補おうとするのが現状であった。例えば、駆動電圧を低電圧化するために、高帯電性の粒子を用いると、粒子移動が速やかに起き、駆動電圧の低電圧化は可能となるものの、高帯電性であるが故に、繰り返し使用時に粒子同士が凝集し始めるという問題をかかえる。また、繰り返し耐久性を向上するために、低帯電性粒子を用いると、粒子同士の凝集は起こりにくく安定性は向上するものの、粒子の帯電性が不足し、均一な粒子移動が起きにくくなると共に、たとえ粒子が基板面まで移動したとしても、粒子と基板面の付着性、いわゆるメモリー性が十分でないために、鮮明な画像が得られ難くなるという問題をかかえる。

【0011】本発明では、更に改善のヒントが、対向する基板間に位置する隔壁の形成方法や形状、及び材料に

あることを、新たに見出した。先に述べたように、粒子が往復運動するわけであるから、その往復運動を安定的に、例えば往復運動する距離を精度良く一定に、言い換えれば、対向する基板間をつなぐ隔壁の形状を所望とするサイズに精度良く形成することにより、表示安定性を向上させられる。既に、隔壁を形成すること自体は周知のことであり、スクリーン印刷、エッチング処理などの方法の適用が考えられている。しかし、本発明の新しい乾式画像表示装置においては、粒子を移動させるのに望まれる所望の隔壁高さが、それらの方法で通常形成される高さよりも高くする必要がある。このため、例えば、スクリーン印刷で印刷と乾燥を数十回繰り返し所望の隔壁高さにすると、各隔壁高さの精度が悪くなり不揃いになるばかりでなく、隔壁の側面がくずれて粒子移動の障害となったり、又、重ね合わせがずれて、電極へのかぶさりや表示開口率が低下するなどの弊害が追加される。本発明では、粒子設計、駆動方法に加えて、表示セル構造、特に隔壁の形成方法と形状、及び材料を最適化することにより、表示安定性と製造安定性を向上させるものである。

【0012】本発明は、少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、クーロン力により粒子を移動させ画像を表示する乾式タイプの画像表示方法に関するものである。この画像表示は、図1に示すように2種以上の色の異なる粒子を基板と垂直方向に移動させることによる表示方式と、図2に示すように1種の色の粒子を基板と平行方向に移動させることによる表示方式があり、そのいずれへも適用できるが、安定性の上から、前者の方式に適用するのが好ましい。図3は画像表示装置の構造を示す説明図であり、対向する基板1、基板2及び隔壁4により形成される表示セルに2種以上の色の異なる粒子3が封入されている。基板1と基板2の間隔は、粒子が移動でき、コントラストを維持できれば良いが、通常 $10 \sim 5000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \sim 500 \mu\text{m}$ に調整される。

【0013】基板に関しては、基板1、基板2の少なくとも一方は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。画像表示装置としての可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料、携帯電話、PDA、ノートパソコン等の携帯機器表示等の用途には可撓性のない材料が用いられる。

【0014】基板材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルホン、ポリエチレン、ポリカーボネートなどのポリマーシートや、ガラス、石英などの無機シートが挙げられる。基板厚みは、 $2 \sim 5000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好適であり、薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コント

ラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合には可撓性に欠ける。

【0015】本発明の画像表示装置では、基板に電極を設けない場合と、基板に電極を設ける場合がある。基板に電極を設けない場合は、基板外部表面に静電潜像を与え、その静電潜像に応じて発生する電界にて、所定の特性に帯電した色のついた粒子を基板に引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子を透明な基板を通して表示装置外側から視認する。なお、この静電潜像の形成は、電子写真感光体を用い通常の電子写真システムで行われる静電潜像を本発明の画像表示装置の基板上に転写形成する方法や、イオンフローにより静電潜像を基板上に直接形成する等の方法がある。

【0016】基板に電極を設ける場合は、電極部位への外部電圧入力により、基板上の各電極位置に生じた電界により、所定の特性に帯電した色の粒子が引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子を透明な基板を通して表示装置外側から視認する。この際の電極は、透明かつパターン形成可能である導電性材料で形成され、例示すると、酸化インジウム、アルミニウムなどの金属類、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェンなどの導電性高分子類が挙げられ、真空蒸着、塗布などの形成手法が例示できる。なお、電極厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障なければ良く、3～1000nm、好ましくは5～400nmが好適である。この場合の外部電圧入力は、直流あるいは交流を重畳しても良い。

【0017】本発明では特に、対向する基板間に位置する隔壁を精度良く形成することが重要である。隔壁の形状は、表示にかかわる粒子のサイズにより適宜最適設定され、一概には限定されないが、隔壁の幅は10～1000μm、好ましくは30～500μmに、隔壁の高さは10～5000μm、好ましくは10～500μmに調整される。隔壁を形成するにあたり、対向する両基板の各々にリブを形成した後に接合する両リブ法と、片側の基板上にのみリブを形成する片リブ法が考えられるが、接合時のずれを防止する狙いから、片リブ法による隔壁形成が好ましい。隔壁は粒子の横移動を防止できれば良いので隙間が空いていても良い。これらリブからなる隔壁により形成される表示セルは、図4に示すごとく、基板平面方向からみて四角状、三角状、ライン状、円形状が例示される。表示側から見える隔壁断面部分に相当する部分（表示セルの枠部の面積）はできるだけ小さくした方が良く、画像表示の鮮明さが増す。

【0018】本発明において、対向する基板をつなぐ隔壁の形成は、基板上にフォトレジストフィルムを貼り付け、露光エッチングにより、隔壁と隔壁の間になる部分にフォトレジストフィルムを残し、隔壁材料を注入し硬化させ所定の隔壁形状に形成するアディティブ法が用い

られる。予め、基板上に隔壁材料を塗布した後、フォトレジストフィルムを貼り付け、露光エッチングし所定のパターンとし、不要な部分をブラストする方法もあるが、その場合には相当量の隔壁材料をブラスト時に廃棄することになる。それに対して本方法では必要量の隔壁材料のみ用いることになるので、コスト低減が図れる。

【0019】隔壁の形成方法の具体的プロセスとしては、図5に例示するように以下の工程からなる。

- (1) 基板上にフォトレジストフィルムを貼り付ける。
- (2) 露光エッチングにより、形成させたい隔壁と隔壁の間になる部分のみにフォトレジストフィルムを残す。
- (3) 隔壁材料となるペーストを作製し、硬化させる。
- (4) フォトレジストフィルムを取り除き、所定の隔壁形状とする。

【0020】隔壁用のペーストは、少なくとも樹脂を含み、その他として無機粉体、溶剤、添加剤等からなる。無機粉体とは、セラミック粉体やガラス粉体であり、1種あるいは2種以上を組み合わせ使用。セラミック粉体を例示すると、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 CuO 、 MgO 、 TiO_2 、 ZnO などの酸化物系セラミック、 SiC 、 AlN 、 Si_3O_4 などの非酸化物系セラミックが挙げられる。ガラス粉体を例示すると、原料となる SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 ZnO を溶解、冷却、粉碎したものが挙げられる。なお、ガラス粉体のガラス転移点 T_g は、300～500℃にあることが好ましく、この範囲では焼成プロセスでの低温化が図られるので、樹脂へのダメージが少ないメリットがある。

【0021】ここで、下記式で示される無機粉体の粒径分布Spanを8以下、好ましくは5以下とすることが好ましい。

$$Span = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(但し、 $d(0.5)$ は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径をμmで表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が10%である粒径をμmで表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が90%である粒径をμmで表した数値である。)

Spanを8以下の範囲とすることにより、ペースト中の無機粉体のサイズが揃い、先に述べたペーストを塗布～硬化するプロセスを繰り返し積層しても、精度良い隔壁形成を行うことができる。

【0022】また、ペースト中の無機粉体の平均粒径 $d(0.5)$ を、0.1～20μm、好ましくは0.3～10μmとすることが好ましい。このような範囲にすることにより、同様に、繰り返し積層時に精度良い隔壁形成を行うことができる。なお、上記の粒径分布及び粒径は、レーザー回折/散乱法などから求めることができる。測定対象となる粒子にレーザー光を照射すると空間的に回折/散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒径と対応関係があることから、粒径及び粒径分布が測定できる。本発明における粒径

及び粒子径分布は、体積基準分布から得られたものである。具体的には、Mastersizer2000 (Malvern Instruments Ltd.) 測定機を用いて、窒素気流中に粒子を投入し、付属の解析ソフト (Mail理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト) にて、粒子径及び粒子径分布の測定を行なうことができる。

【0023】隔壁用のペーストに含まれる樹脂は、前述した無機粉体を含有でき、所定の隔壁形状を形成できればいずれでも良く、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、反応性樹脂が挙げられるが、要求される隔壁物性を考慮し、分子量大きく、ガラス転移点ができるだけ高い方がよい。例示すると、アクリル系、スチレン系、エポキシ系、フェノール系、ウレタン系、ポリエステル系、尿素系などが挙げられ、特に、アクリル系、エポキシ系、ウレタン系、ポリエステル系が好適である。

【0024】隔壁用のペーストに添加される溶剤は、前述した無機粉体および樹脂を相溶すればいずれでも良いが、例示すると、フタル酸エステル、トルエン、キシレン、ベンゼンなどの芳香族溶剤、オキシアルコール、ヘキサノール、オクタノールなどのアルコール系溶剤、酢酸エステルなどのエステル系溶剤が挙げられ、通常、無機粉体に対して0.1～50重量部が添加される。該ペーストには、その他、必要に応じて、染料、重合禁止剤、可塑剤、増粘剤、分散剤、酸化防止剤、硬化剤、硬化促進剤、沈降防止剤を加えてもよい。これらから成るペースト材料は、所望の組成にて、混練機、攪拌機、3本ローラなどにて分散調合される。作業性を加味すると、粘度を500～300000cpsとすることが好ましい。

【0025】基板間に封入する粒子は、球形であることが好ましい。該粒子の作製は、必要な樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎しても、あるいはモノマーから重合しても、あるいは既存の粒子を樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしてもよい。以下に、樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

【0026】帯電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。着色剤の例としては、塩基性、酸性な

どの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタニイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、マンガンフェライトブラック、コバルトフェライトブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

【0027】また、ここで繰り返し耐久性を更に向上させるためには、該粒子を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。基板間に封入する粒子を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じて行い、測定条件は23℃で24時間とする。該粒子を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粒子の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率}(\%) = (B/A) \times 100$$

(但し、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25℃で24時間浸漬した後の重量を示す)

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粒子表面にブリードが発生し、粒子との付着力に影響を及ぼし粒子の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。なお、溶剤不溶率を測定する際の用の溶剤 (良溶媒) としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂ではメチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコン樹脂ではトルエン等が好ましい。

【0028】更に、本発明においては基板間の粒子を取り巻く空隙部分の気体の管理が重要であり、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、25℃における相対湿度を60%RH以下、好ましくは50%RH以下、更に好ましくは35%RH以下とすることが重要である。この空隙部分とは、図3において、対向する基板1、基板2に挟まれる部分から、粒子3の占有部分、隔壁4の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粒子が接する気体部分を指すものとする。空隙部分の気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は問わないが、乾燥空気、窒素、アルゴン、ヘリウムなどが好適である。この気体は、その湿度が保持されるように装置に封入することが必要であり、例えば、粒子、基板などを所定湿度環境下にて組み立て、更に、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが肝要である。なお、本発明の画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話などのモバイル機器

の表示部、電子ブック、電子新聞などの電子ペーパー、看板、ポスター、黒板などの掲示板、コピー機、プリンター用紙代替のリライタブルペーパー、電卓、家電製品の表示部、ポイントカードなどのカード表示部などに用いられる。

【0029】

【実施例】次に実施例および比較例を示して、本発明を更に具体的に説明する。但し本発明は以下の実施例により限定されるものではない。なお、実施例および比較例で得られた隔壁材料を構成する粉体の特性および画像表示装置について、下記の基準に従い、評価を行った。

【0030】(1) 隔壁材料を構成する無機粉体の粒子径分布及び平均粒子径

Mastersizer2000 (Malvern instruments Ltd.) 測定機に各粒子を投入し、付属のソフト（体積基準分布を基に粒子径分布、粒子径を算出するソフト）を用いて、下記値を求めた。

粒子径分布：Span = $(d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$

(但し、 $d(0.5)$ は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が10%である粒径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が90%である粒径を μm で表した数値である。)

平均粒子径 (μm) : 上記の $d(0.5)$ である。

(2) 表示機能の評価

作製した画像表示装置に、250Vを印加し、極性を反転させることにより、黒色と白色の表示を繰り返した。表示機能の評価は、コントラスト比について、初期、黒色と白色の表示を10000回繰り返し後を反射画像濃度計を用いて測定した。ここで、コントラスト比とは白色表示時に対する黒色表示時反射濃度（コントラスト比 = 黒色表示時反射濃度 / 白色表示時反射濃度）である。なお、初期のコントラスト比に対する10000回繰り返し後のコントラスト比を保持率とした。また、目視にて、粒子の凝集などによる異常点がないかを観察した。

【0031】実施例1

約500Å厚みの酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、高さ250 μm のリップを作り、ストライプ状の片リップ構造の隔壁を形成した。リップの形成は次のように行なった。まず、基板上に厚さ150 μm のフォトレジストフィルムを貼り付け、露光〜エッチングにより、形成させたい隔壁と隔壁の間の部分のみだけが残るようにした。ペーストは、無機粉体としてSiO₂、Al₂O₃、B₂O₃ およびZnOの混合物を、熔融、冷却、粉碎したガラス粉体を、樹脂として熱硬化性のエポキシ樹脂を準備して、溶剤にて粘度10000cpsになるように調製したペーストを作製した。ペーストを前述のパ

ターン化されたフォトレジストフィルムの隙間に注入し、加熱しペーストを硬化させた。次に、フォトレジストフィルムを取り除き、ライン50 μm 、スペース200 μm 、ピッチ250 μm 、高さ140 μm のストライプ状隔壁を形成した。また、粒子A、粒子Bを準備した。粒子Aは、熱可塑性ポリエーテルエステルエラストマー：ハイトレル6377（東レ・デュボン社製）にCB4phr、荷電制御剤ポントロンN07（オリエント化学製）2phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。粒子Bは、熱可塑性ポリエーテルエステルエラストマー：ハイトレル6377（東レ・デュボン社製）に酸化チタン10phr、荷電制御剤ポントロンE89（オリエント化学製）2phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。前述のリップを形成した酸化インジウム電極付きのガラス基板と、リップを形成していない酸化インジウム電極付きのガラス基板の間に、前述粒子A、Bを入れ、ガラス基板周辺をエポキシ系接着剤にて接着すると共に、粒子を封入し、画像表示装置を作製した。粒子Aと粒子Bの混合率は同重量づつとし、それら粒子のガラス基板間への充填率は60容量%となるように調整した。ここで、空隙を埋める気体は、相対湿度50%RHの空気とした。隔壁材料を構成する無機粉体の粒子径分布及び平均粒子径と、得られた画像表示装置の表示機能の評価結果を第1表に示す。

【0032】実施例2

実施例1において、基板間の空隙を埋める気体の相対湿度を70%RH（25℃）へ変更した以外は、同様にして、表示装置を作製した。評価結果を第1表に示す。空隙の気体の湿度が高いのでコントラストがやや悪化した。

【0033】実施例3

実施例1において、ペーストに用いるガラス粉体作製の粉碎条件を変えた以外は、同様にして、表示装置を作製した。評価結果を第1表に示す。無機粉体の粒子径分布Spanが大きいので、コントラストがやや悪化した。

【0034】比較例1

実施例1において、通常のスクリーン印刷にてリップを形成した以外は、同様にして、表示装置を作製した。スクリーン印刷に用いたペーストは、エポキシ系の熱硬化性樹脂とし、所定のリップ高さになるまで印刷を繰り返し、その後150℃にて硬化させた。評価結果を第1表に示す。10000回繰り返し後のコントラスト比の低下が大きく、異常点があることから、耐久性は大幅に悪化したことが分かる。

【0035】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1
(隔壁材料)				
無機粉体	ガラス粉体	ガラス粉体	ガラス粉体	ガラス粉体
樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂
(無機粉体)				
粒子径Span	5.1	5.1	8.6	8.9
平均粒子径(μm)	3.9	3.9	6.5	7.0
隔壁形成方法	7デイト法	7デイト法	7デイト法	スクリーン印刷
空疎気体の				
相対湿度(%RH)	50	70	50	50
(表示機能評価)				
初期コントラスト比①	9.23	9.22	9.15	8.88
10000回繰返し後				
コントラスト比②	8.21	7.55	7.50	6.30
保持率(②/①,%)	89	83	82	71
異常点の有無	無	無	かすかにあり	あり

【0036】

【発明の効果】本発明は、対向する基板間をつなぐ隔壁に、アディティブ法を用いて形成されたものを用いるものであるが、アディティブ法では隔壁材料の損失が少なく、構造的に安定した隔壁を容易に得ることができる。また、本発明の画像表示方法では、繰返し耐久性に優れた画像を表示することができる。従って本発明により、安価で、かつ、安定性に優れた画像を表示できる画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の画像表示方法の表示方式を示す説明図である。

【図2】 本発明の画像表示方法の表示方式を示す説明図である。

【図3】 本発明の画像表示方法における表示装置の構造を示す説明図である。

【図4】 本発明の画像表示方法における隔壁の形状の一例を示す図である。

【図5】 本発明の画像表示方法における隔壁材料の形成工程の説明図である。

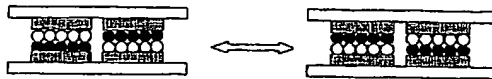
【符号の説明】

1、2：基板

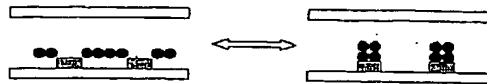
3：粒子

4：隔壁

【図1】



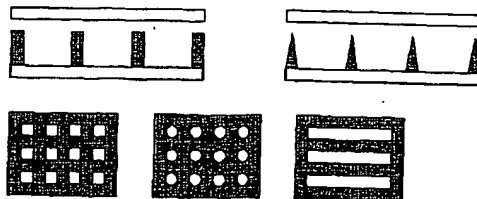
【図2】



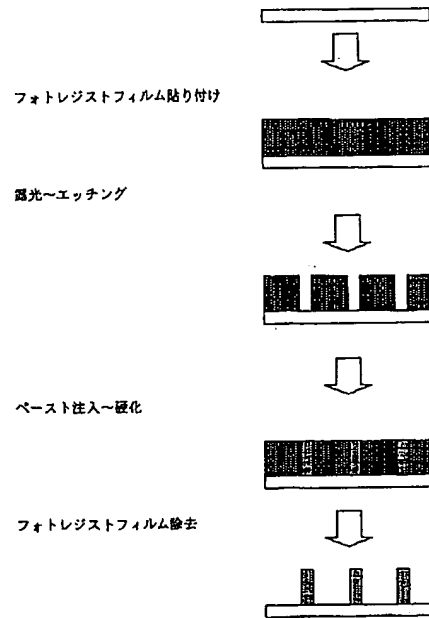
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 二瓶 則夫
東京都小平市小川東町 3-5-5

(72) 発明者 薬師寺 学
東京都小平市小川東町 3-2-6

(72) 発明者 北野 創
東京都小平市小川東町 3-5-5

(72) 発明者 川越 隆博
埼玉県所沢市青葉台1302-57